

国内外の地震被害調査の役割とその展望

アイダン オメール¹

Ömer AYDAN¹

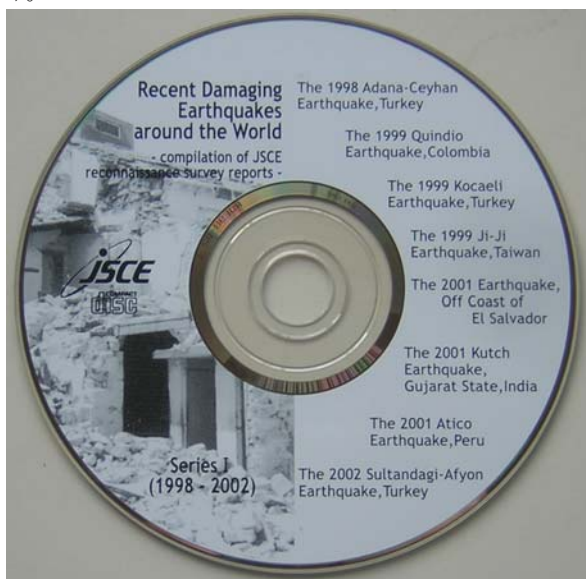
¹東海大学海洋建設工学科、静岡

人類にとって地震は最も恐ろしい自然災害の一つであり、今まで発生した被害地震に対する記録は3800年前まで遡る。地中海周辺の国々に地震による被害記録とその修復に対する石に刻んだ記録を見つけることができる。言い換えれば記録媒体が異なっても被害地震の記録を次世代に伝えることをわれわれの先輩たちが行ってきたものである。われわれがその伝統を継続することは最も重要な役割であり、可能なかぎり正確な情報を記録環境が異なっても次世代が読めるように残すべきである。ここでは、4年間の間の経験を元に被害調査の内容と進め方、様々な問題点、被害調査に期待される役割と今後の課題と展望について述べる。

キーワード：国内外大地震，被害調査，課題，役割，展望

1. はじめに

地震による被害は人類の苦い経験であり、その被害状況を記録に残すことが大変重要なことである。地震被害調査の基本的な目的は被害状況を正確に記録し、次の世代に伝えることである。したがって、ある組織がこの役割を体系化して果たすべきであり、地震にかかわる関連学会で地震調査に関して小委員会を設け、今までその役割を果たしてきたといえよう。近年情報技術と手段の発展に伴って、被害調査小委員会の役割に関して疑問の声がでてきている。確かに今までの被害調査小委員会のあり方について再度考えることが必要な時期に来ていると思われる。土木学会地震工学委員会の地震被害調査小委員会が4年間ごとに開催してきているシンポジウムは国内外の被害地震の記録を残すため、大変重要な役割を果たしている(写真—1)。



写真—1：第1回「近年の国内外で発生した大地震の記録と課題」シンポジウムのCD

近年情報手段が多くなったため各地震後に豊かな情報が得られるようになってきている。しかし、関心が薄くなってくると、その情報に再度簡易にアクセスすることが大変困難になることが多い。地震被害調査小委員会の役割は、今後現地調査することと別に、様々な専門機関、報道機関や個人的な画像・映像・執筆原稿などを体系的にまとめることも大変重要な課題である。言い換えれば、小委員会の中でこの業務に関して対応できる体制も考えるべきである。

国外の地震に関して、地震が発生した国の専門家が詳細を調査し、記録に残すべきである。しかし、技術的や経済的な問題によって、十分な調査ができないことも考えられる。また、専門家として、人動的な立場から支援することも重要である(写真—2)。また、被害を受けた国の専門家や責任者が、復旧・復興に関して様々なセカンド・オピニオンを求めることもある(写真—3)。



写真—2：バンダアチー国連HQでの打ち合わせ

各地震から必ずなんらかの教訓があり、調査する側にもその教訓が役に立つ。また、同地震に関して政治的な背景などで次世代に間違った情報の伝達を防ぐためにも海外からの調査団の存在が大変重要であり、同被害の要因に関していろいろな解釈が考えられる。

ここで紹介する内容は、土木学会地震工学委員会地震被害

害調査小委員会の委員長を務めた4年間の間に得た被害調査に関する経験を中心にまとめたものである。具体的に被害調査の内容と進め方、様々な問題点を紹介する。また、被害調査に期待される役割と今後の課題と展望について述べる。



写真—3：カシミール地震の復旧・復興に関して調査・支援派遣団の現地の専門家との会議

2. 地震被害の調査項目と情報源

地震に関して地震学と地震工学に分けることが多いが、地震を専門にする者は理学的かつ工学的に把握することが最も重要なことである。言い換えれば逆に被害調査にかかわる方々が両方の分野に十分な知識・関心を持つ必要がある。そうでないと調査の内容とまとめに片寄りが発生してしまう。

地震の理学・工学的特性の調査について、地震波を用いて表—1から表—7までに示す様な機関は地震直後に情報を提供することが多い。この情報は地震の発生位置、発生機構、破壊伝達過程、地殻の変形および津波警告に関するものである。特に2004年のアチュー地震（2004年スマトラ沖地震）によって数多くの犠牲者が出たため、国連の指導で特に津波に対する臨時情報が公開されるようになってきた。また、近年WIKIPEDIAのようなWeb-mediaが各被害地震についてHPを作成し、重要な情報と関連機関のLinkなどを提供するようになってきた。特にWIKIPEDIAによるHPは、インターネットによる被害調査について大変役に立つ。さらに、Google-Earthのような地理情報システムは、地震発生地域に関して詳細な市町村の位置状況、地形的な感覚、被災箇所的位置状況の図化などに関して大変効果的な手段になっている。情報をかなり規制する中国の場合、市町村名などの情報が不十分であっても総合的にはかなり有効的な手段である。問題がこれらのMediaがこのまま、その情報の提供を続けるかどうかである。

表—1：世界的被害地震に対する地震学的な機関

機関	HP アドレス(http://www.)
USGS	earthquake.usgs.gov
EMSC	emsc-csem.org
HARVARD	globalcmt.org
TU-ERI	eri.u-tokyo.ac.jp
MEDNET	mednet.rm.ingv.it
SED	seismo.ethz.ch
KOERI	koeri.boun.edu.tr
F-NET	fnet.bosai.go.jp
IPGP	geoscope.ipgp.fr

表—2：世界的被害地震に対する地震動に対する機関

機関	情報内容	HP アドレス(http://www.)
CESMD	米国,大地震	strongmotioncenter.org
RAN	イタリア	protezionecivile.it
ERD	トルコ	depem.gov.tr
K-NET, KIK-NET	日本	kyoshin.bosai.go.jp
GEONET	ニュージーランド	geonet.org.nz
PEER	米国、大地震	peer.berkeley.edu
NSMP	米国、大地震	nsmp.wr.usgs.gov
COSMOS	世界の大地震	cosmos-eq.org

表—3：地図情報を提供する主なHP

機関	HP アドレス(http://www.)
YAHOO	yahoo.com
Google-Earth	earth.google.com
Google-map	maps.google.co.jp/
Kashmir	kashmir3d.com
NOAA	noaa.gov/
NASA	earthobservatory.nasa.gov

表—4：衛星画像を提供する主なHP

機関	HP アドレス(http://www.)
NASA	earthobservatory.nasa.gov
Google-Earth	earth.google.com
Geoeye	geoeye.com
UN	reliefweb.int

表—5：津波情報を提供する主なHP

機関	HP アドレス(http://www.)
UN-	reliefweb.int
Pacific Tsunami Center	prh.noaa.gov/ptwc
JMA	jma.go.jp

表—6：世界的被害地震に対する被害調査報告書など

機関	HP アドレス(http://www.)
EERI	eeri.org
PEER	peer.berkeley.edu
JSCE	jsce.org.jp
AIJ	aij.or.jp
JAEE	jaee.or.jp
EFFIT	istructe.org/knowledge/EEFIT/
MCEER	mceer.buffalo.edu

表—7：電子画像・ビデオを提供する主なHP

機関	HP アドレス(http://www.)
YAHOO	yahoo.com
FLICKR (Yahoo)	flickr.com
GOOGLE	google.com
PICASAWEB	picasaweb.google.com
MSNBC	msnbc.msn.com

地震工学的な観点からは、強震記録が最も重要な項目の一つである。1995年阪神大震災をきっかけに防災科研はK-NETやKIK-NETを設立し、その情報を一早く公開するようになってきた。2009年8月11日に発生した駿河湾地震でその情報を一時間以内に公開したことが大変印象的であった。トルコの地震研究所(DAD-ERD)も同様な情報を世界的にも一早く公開している機関の一つである。しかし、強震記録の公開が遅れる(例：2010年チリ地震)あるいは全然公開されない(例：2008年Wenchuan地震)場合も

数多く見られる。

地震の被害状況に関して、地震が発生した国のマスメディアを含め、数多くの報道機関（AP、Reuter、新聞、テレビ、ラジオなど）が情報を公表することが多い。また、インターネット経由で各報道機関に画像、ビデオ、記事などが公表されている。さらに、YAHOO、MNSBCのようなサーチエンジンがその情報を提供している。近年イメージ・ビデオ、ブログデータベースシステム（表—7；例：Flickr、Picasaweb、Twitter、Youtube、など）は、イメージやビデオと位置状況を公開している。時々悪質のものもあるが、専門家が被害の状況を把握することができる。検索する際のキーワードが最も重要な項目である（例：表—8）。特に英語圏ではない国の地震の場合、その国の言葉の利用が大変重要である。一早い画像などの情報は現地言葉を利用して検索した場合に見つかることが多い。時に見るに耐えられないような生々しい映像が載せられていることもある（例：2008年 Wenchuan 地震）。

表—8：検索用キーワードの

日本語	英語	イタリア語	トルコ語
地震	Earthquake	Terremoto	Deprem
断層	Fault	Faigle	Fay
地震動	Strong ground motions	Forte movimento di terra	Kuvvetli yer hareketi
被害	Damage	danno	Hasar
崩壊	Collapse	collasso	Yıkık
建物	Building	edificio	Bina
液状化	Liquefaction	liquefazione	Sıvılaşma
地すべり	Landslide	frana	Heyelan
地質	Geology	geologia	Jeoloji
地盤	Ground	terra	Zemin
盛土	Embankment	terrapieno	Dolgu
火災	Fire	fuoco	Yangın
津波	Tsunami	tsunami	Tsunami

国内外に向けて表—6に示す様な地震工学に関連した機関が様々な情報やその機関から派遣されたあるいは現地関係者からの情報を提供することが多い。これらの情報にはタイムラグが多いので、現地調査後追加情報あるいは確認のために、各機関からの情報は効果的である。

3. 被害調査の進め方

(1) 情報収集

地震発生後の初期段階では情報収集（マスコミ報道やインターネットによる被害写真・ビデオなど、各機関による地震の発生位置、機構、すべりなど）を行う。

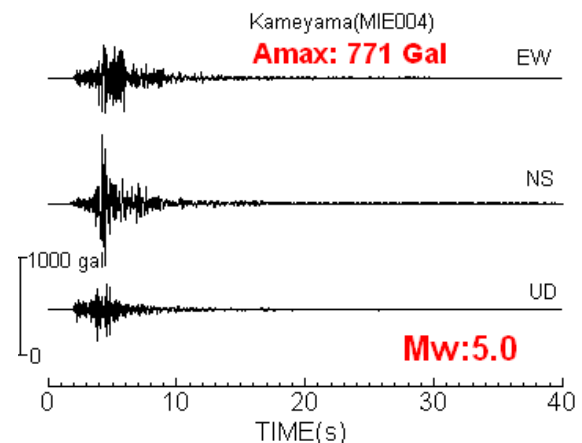
インターネットを利用した被害調査も一つの手段として考えるべきであり、委員会として被害状況の把握と調査団を派遣される場合にガイドブック的な役割（2010年ハイチ、2010チリなど）になり得る。地震学および地震工学に関連した各機関からの地震の発生位置、機構、破壊伝達過程、地震動などの情報と別に被害の様子について報道機関や個人ベースで被害に対する記事、写真やビデオなどの情報が公表されており、専門家にとって被害の様子を把握することが可能である。できるだけその情報源を明記することが重要である。国内外で著作権に関して引用しやすいような手法や手順について取り決めが必要である。

(2) 調査団の派遣とその組織

一般的に日本において小規模地震（M6まで）による被害はまれである。しかし、2007年の三重県亀山地震で発生した亀山城の城壁の崩壊やレストラン・プールなどの天井パネルの落下は特徴的であった（写真—4）。またM5の地震にもかかわらず地震動は阪神大震災の地震動より大きな加速度が記録された（図—1）。したがって、調査団の派遣に関して地震の規模が目安であっても、被害の状況と特徴も調査団を派遣する際に考慮するべきである。



(a) 天井パネルの落下 (b) 亀山城の擁壁の崩壊
写真—4：亀山地震による被害



図—1：亀山市での加速度記録（データ K-NET より）

国内において被害をもたらす中規模地震（M6-7まで）については、必ず被害状況を記録に残すべきである。この場合、各地域における地震学・地震工学の関係者がまとめたレポート・報告書などをアーカイブ化できるような体制を整えるべきである。例えば過去の国内被害地震の強震記録を日本国内のHPより国外のHPよりダウンロードすることが多い。

M7以上の内陸型地震の場合、地域幹事の役割レベルを超えるような被害が発生する可能性が高いため、親委員会・社会支援部門と連結してその対応と調査団の派遣などに関して協議することになっている。国外に関しても地震被害調査小委員会として現地調査に関して調査団派遣のメンバーの検討、関係国の関連機関との連絡、状況収集とその整理などを担当することになる。さらに、必要に応じてHPを設け、関連情報の提供や情報源へのLinkなどを掲示する。現在、土木学会の地震関係のHPに対して、地震工学委員会内の委員のボランティア的な活動でその対応をすることになっている。本来は学会内の専門的な部門がその対応すべきであろう。

4. 現状、問題点とその解決方法

(1) 調査費

地震による被害規模に応じて、調査団の人数が異なることでしょう。どちらにしても調査団を早急に派遣するため資金を準備することが必要である。JSCE において地震工学の大先輩である岡本先生が設立した基金のような制度の復活が大変重要である。もし法律的な仕組みが不十分であるならば、法律を変更させることも重要なことである。

学会がボランティア概念に基づくことで、学会として現地調査にかかる費用のみを負担されることになっており、現地に行くまでの旅費は自己負担である。しかし、若手研究者や関係機関の状況に応じて調査団のメンバーがその旅費を確保することができない場合もある。若手研究者を育てることを踏まえて、この問題に対する対策も学会で考えるべきである。

国外の地震に関して EWBJ、JPF などと連結して調査すると同時に技術的な支援をすることも調査団の役割として考えてよいと思われる。特に技術支援に関して準備期間が大変短いため大変困難な部分がある。しかし、Kocaeli 地震、アチュー地震、ニアス島地震、カシミール地震や L' Aquila 地震のように現地の技術者と交流・報告会・談話会を通して、相手国にも目で見えなくても支援活動になることが多い（写真—5）。



(a) 2005 年にニアス地震に対して現地での報告会



(b) 2009 年ラクイラ地震に関して現地意見交換会
写真—5：被災地における調査・支援・意見交換会

国内の地震に関して、各地域における地震工学関係者が可能な限り初動をとることが望ましい。地震の被害状況の程度に応じてその地域に最も近い関係者が初動の動きを

すべきであるとする。その観点から各地域の幹事の役割はこの内容に相当する。

(2) 国外の大地震に対する合同調査

トルコの 1999 年 Kocaeli 地震以来、世界的な大地震の場合、土木学会は他の関連学会と連結して合同調査団を派遣することが多くなってきている。地震そのものが、学際的な大きな自然現象であるため、他の関連学会と連結して調査することが自然的な流れである。しかし、合同調査団の派遣に関連して、学会間での役割分担、分野の重なり、団体長の選出、調査費の負担、データ・情報交換といった様々な調整すべき項目が多い。調和的で円滑な合同調査するため、まだ学会間での話し合いすべき問題点について調整が必要である。さらに海外のカウンター・パートについて研究者同士のつながりと別に、各国の関連学会との協定などを充実する必要がある。

5. 国際的貢献にどう結びつけるか

調査期間中に相手国関係者と意見交換、速報告会、意見書提出（例：カッチ地震、ラクイラ地震、アチュー地震、ニアス地震、カシミール地震、四川省地震）を通して相手国の関係者とコミュニケーションを取ることが一つの貢献の手段であろう（写真—6）。



写真—6：2008 年 Wenchuan 地震に対するセミナー



図—2：被害を受けた RC 建物の補強案

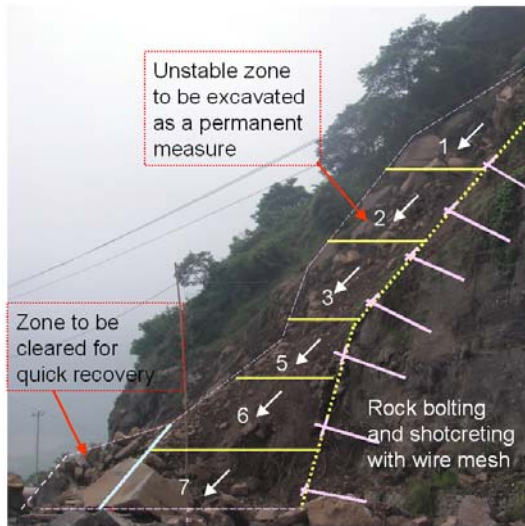


図-3：岩盤斜面の修復案

被害調査結果や技術的なアドバイス・リコメンデーションを早急にまとめて相手国の関係者に一早く伝えることが重要である（例：2004年アチー地震、2005年ニアス島地震、2005年カシミール地震）。特に相手国の関係者が復旧・復興計画を作成する際にセカンド・オピニオンとして参考することが多い。土木学会の方では今まで海外の地震に関して、被害報告書を英語で執筆し、相手国の関係機関などに送ることになっている。多分この方法はそのまま続けるべきである。



(a) JSCCによるスマトラ島用津波警告システム

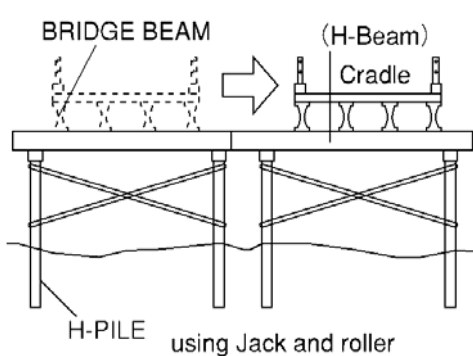


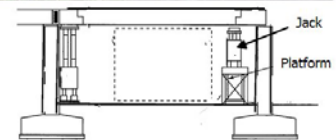
図-4：スマトラにおける支援活動

被害調査のみならず、調査結果を相手国の研究者や中央・州政府などの関係者に伝えるような体制づくりが必要である。そのため、相手国の関係者との会議や企画されるシンポジウムなどに参加することが大変重要である（例：カシミール地震、Wenchuan地震など）。

(1) Translation of girder by jacking



Example of work



(2) Widening of piers by addition of RC lining

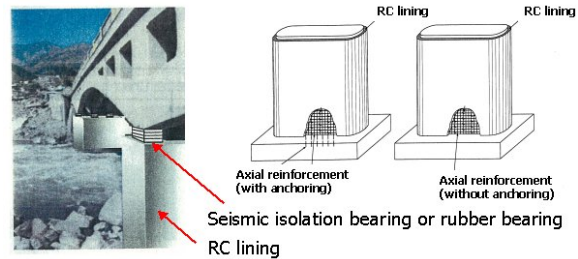


図-5：Balakot 橋の修復案

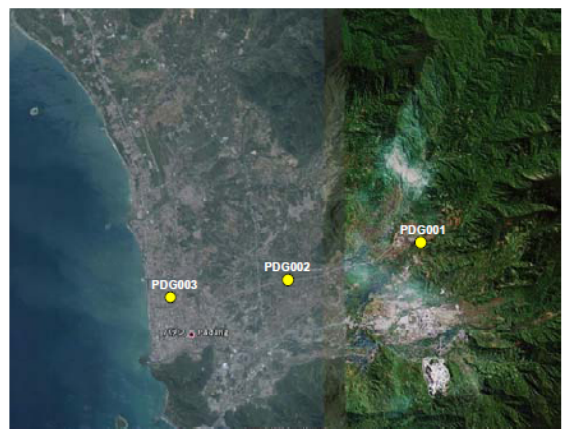
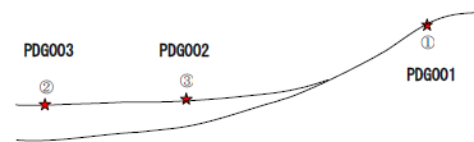


図-6：パダン市における強震計の位置

国外の大地震に関して EWB, JPF などと連結して、調査と同時に相手国に技術的な支援の手を伸ばすことも被害調査書委員会の一つの役割として考えられる。2005年のニアス島地震（2005年スマトラ沖地震）に対する EWB・JSCC 合同支援派遣団として行った一連の復旧・復興支援活動が現地において高く評価された。また、その活動を西スマトラ州に伸ばして、予測される M8.7 の巨大地震に対する現地の州政府、大学および NGO の活動を応援および技

術的支援することが関係国のみならず世界的にも大きく注目されると同時に高く評価されている(図—6;写真—8)。



写真—7 : PDG001 観測点の様子

6. 結論と展望

人類が地震の発生を基本的に防ぐことができないため、かならずいつか発生する地震への備えは過去の経験と教訓を生かすことより安心した社会になる。その関連で過去の被害地震の記録を次世代に正確に伝えることが最も重要な課題で、これは被害調査委員会の最も重要な役目である。

大きく変化する社会のシステムや通信システムと記録媒体の進歩を考慮して多様化している情報を記録し、確実に次世代に伝えることができるアーカイブの構築が必要である。

今後地震被害調査委員会の役割、被害地震の記録を正確に次世代に伝えると同時に、国内外でEWBJやJPFなどと連結して復旧・復興向けの技術支援活動もシェアに入れるべきである。

謝辞

4年間の小委員会の委員長を務めた際に、多方面で支えて下さった本小委員会の副委員長であった三輪滋氏、幹事長橋本隆雄氏、小委員会の全委員、早稲田大学の濱田政則教授、東京工業大学の川島一彦教授、東京大学の小長井一男教授に感謝いたします。

参考文献

- 1) JSCE-AIJ Joint Investigation/ Technical Support Team for Restoration and Reconstruction of the Affected Areas by the Pakistan Earthquake on Oct. 8, 2005, 1-76, Nov. 2005.
- 2) Aydan, Ö., Miwa, S., Kodama, K., Suzuki, T., Hamada, M. Support Activities of JSCE and EWOB-Japan for Nias Island following the Great Nias earthquake of 2005. The International Symposium on Disaster in Indonesia (ISDI): Problems and Solutions, MS-3, 1-20, Padang, 2007.
- 3) Aydan, Ö., Tokashiki, N., Sugiura, K. Characteristics of the 2007 Kameyama earthquake with some emphasis on unusually strong ground motions and the collapse of Kameyama Castle. Journal of The School of Marine Science and Technology, Vol.6, No.1, 83-105, 2008.
- 4) Aydan, Ö. Some Thoughts on Seismic and Tsunami Hazard Potentials in Indonesia with a special emphasis on Sumatra Island. Journal of The School of Marine Science and Technology, Vol.6, No.3, 19-38, 2008.
- 5) Aydan, Ö., Kumsar, H., Toprak, S., Barla, G. Characteristics of 2009 L'Aquila earthquake with an emphasis on earthquake prediction and geotechnical damage. Geotechnical Damage. Journal of Marine

Science and Technology, Tokai University, Vol. 7, No. 3, 23-51, 2009.

- 6) Aydan, Ö., Hamada, M., Itoh, J., Ohkubo, K. Damage to Civil Engineering Structures with an Emphasis on Rock Slope Failures and Tunnel Damage Induced by the 2008 Wenchuan Earthquake. Journal of Disaster Research, Vol.4, No.2, 153-164, 2009.
- 7) Aydan, Ö., Y. Ohta, M. Hamada, J. Ito, K. Ohkubo: The characteristics of the 2008 Wenchuan Earthquake disaster with a special emphasis on rock slope failures, quake lakes and damage to tunnels. Journal of the School of Marine Science and Technology, Tokai University, Vol.7, No.2, pp.1-23, 2009.